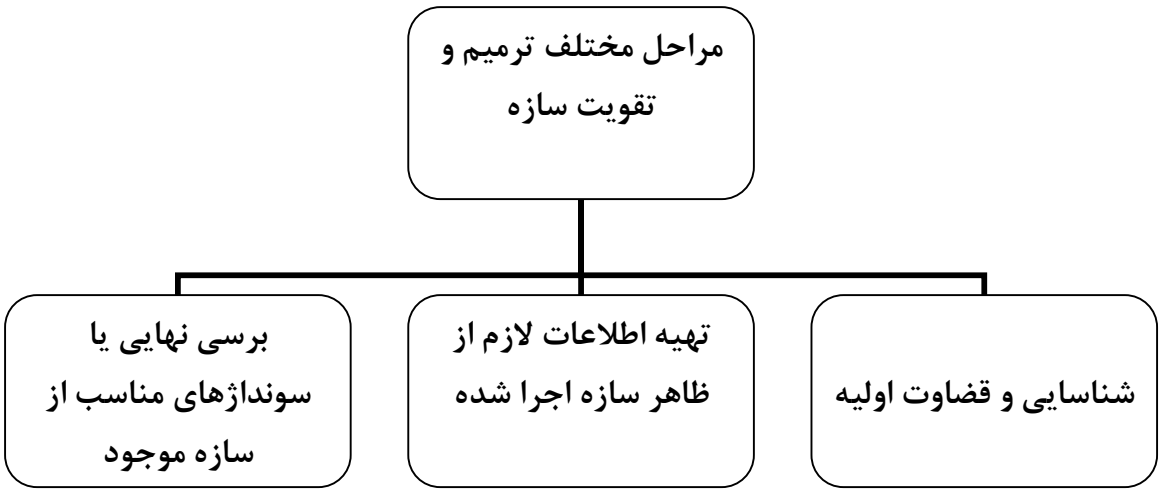
بنام حق

# روش های مختلف ترمیم و مقاوم سازی سازه ها

**گردآورنده: مجتبی اصغری**
mojtaba808@yahoo.com

چنانچه سازه ای تحت شرایط خاص(زلزله یا گود برداری یا ...) آسیب دیده باشد یا اگرقصد تغییر کاربری ساختمان(مسکونی به آموزشی) ، تغییر یا افزایش در میزان طبقات سازه را داشته باشیم دیگر سازه موجود ایمنی و شرایط مطلوب برای تحمل بار های وارده را نخواهد داشت و نیازمند مقاوم سازی یا ترمیم و تقویت سازه هستیم. این جزوه آموزشی که بر پایه تجربه کارگاهی نویسنده در پروژه مقاوم سازی ترمینال شهر ساری بعنوان کارآموز و بهره گیری از اطلاعات ارزشمند استاد گرانقدر درس ترمیم سازه های اینجانب ، جناب مهندس خدابنده عضو هیئت علمی عمران دانشگاه گیلان میباشد ، کوششیست برای آشنا نمودن دانشجویان و بخصوص فارغ التحصیلان محترم برای انجام اقدامات مقدماتی و مقاوم سازی سازه ها و در انتها 2 نمونه پروژه از مراحل ترمیم سازه بتنی مصلی و پل غازیان درشهرانزلی که گرد آوری آن بعنوان پروژه درس ترمیم سازه ها در ترم بهار 86 بر عهده دانشجویان [1] این درس بوده برای تکمیل نکات آموزشی آورده شده است.




[1] از آقایان یحیی شربتی،مرتضی مرادی زاده وخانم ها مهسا امیرعبدالهیان، نکیسا شعبانی ، فضیلت طهری ، مهدیه نوبخت ،سارا هنرپرست، میترا امینی در تهیه اطلاعات نمونه پروژه های ضمیمه تشکر می شود.

**مرحله I - شناسایی و قضاوت اولیه** :

در اولین مرحله سابقه و مشخصات طرح از قبیل گزارش ژئوتکنیک خاک محل ، نقشه مشخصلات فنی،نحوه انتقال بار جانبی سازه ،دفترچه محاسبات و از این قبیل تهیه میگردد.

**مرحلهII تهیه اطلاعات لازم از ظاهر سازه اجرا شده** :

- بازدید مکرر از سازه
- اندازه گیری اعضای سازه(مقاومت میلگرد ها و بتن و...)
- بررسی کیفیت اجرای تیر ها و ستون ها،دیوار برشی ،سیستم سقف،پوشش بتن روی میلگرد ها،قطع و پیوستگی میلگرد ها

روش های بررسی وضعیت داخلی بتن تیر ها و ستون ها :

1) روش غیر مخرب (چکش اشمیتس و...) :

برحسب میزان برگشت چکش(میله)مقاومت اعضا تعیین میگردد.

مشکلات استفاده از چکش اشمیتس:

- نشان دادن مقاومت کم بهنگام برخورد با ریزدانه
- نشان دادن مقاومت زیاد بهنگام برخورد با درشت دانه
- نشان دادن مقاومت میلگرد هنگام برخورد به میلگرد در اثر کم بودن پوشش بتن

2) روش ارسال امواج( آلتراسونیک)

مقاومت بتن بر حسب سرعت عبور امواج تعیین میگردد.

مشکلات روش آلتراسونیک:

- هرچه در بتن مسلح تراکم میلگرد در منطقه مورد آزمایش زیاد باشد باعث میشود مقاومت کاذب نشان دهد.

- اشباع بودن یا غیر اشباع بودن بتن در محاسبه تاثیر میگذارد.
- وجود حباب هوا(تخلخل بتن)تاثیر دارد.

آلتراسونیک باید در قسمتی که پوشش میلگرد کمتر است نصب شود(در تیر ها قسمت میانی)

3) روش مغزه گیری بتن :

برای داشتن نمونه های استاندارد باید ارتفاع نمونه ها از دو برابر قطر آن بزرگتر باشد.

در این روش هرچه نمونه از عمق بتن با مته دریافت شود مقاومت بیشتری نشان خواهد داد.

نمونه ها از جایی میبایست برداشت شود تا نقاط ضعف در سازه ایجاد نشود

در تیر ها ،بهترین مقطع برای نمونه برداری در ¼ طول دهانه نزدیک تکیه گاه میباشد.

در مقطع عرضی بهترین جا برای نمونه گیری نزدیک تار خنثی میباشد زیرا در تار خنثی تنش به بتن وارد نمی آید.

همچنین مغزه گیری از بتن را میتوان از بتن روی تیرچه ها انجام داد تا به باربری تیر یا ستون سازه هم لطمه وارد نیاید.

<u>نمونه برداری از میلگرد های مقطع بمنظور تعیینfy :</u>

نمونه ها میبایست از انواع فولاد های موجود در محل های مختلف و از جایی برداشت شود تا کمترین تاثیر در مقاومت مقطع داشته باشد.

الف)فولاد های طولی :

الف-1) انتهای تقویتی

میبایست از منتهی الیه قسمت تقویتی نه از میلگرد های سراسری در مقاطع بزرگ(ترجیحا از ¼ طول دهانه)

الف-2)فولاد اسمی: دروسط دهانه در بالای تیر

ب)فولاد عرضی (خاموت یا تنگ): از وسط نمونه برداشت شود

-در مقطع عرضی میلگرد ها از قسمت گوشه نمونه برداشت نشود.

-فولاد عرضی در تیرها باید ازوسط تیرها قسمتی که ممان ماکزیمم(برش حداقل) است برداشت شود(ازنقاطی که پوشش بتن روی آن کم است).

-نباید از محل گره ها نمونه برداری انجام گیرد. و به هیچ وجه نباید از میلگرد های سراسری(حداقل) برداشت شود.

**مرحله III بررسی نهایی در ترمیم:**

عوامل اصلی در تقویت سازه ها اقتصادی و اجرایی بودن و سرعت اجرای طرح میباشد.
هنگامیکه به این نتیجه رسیده شد که تمام المان های سازه ضعیف هستند راهکارهای مختلفی وجود دارد از قبیل:
-تغییر در سیستم بار جانبی(کمک از بادبند یا دیوار برشی)
-افزایش مقطع و شاتکریت بتن
-کاشت میلگرد در نواحی ضعیف
-استفاده از الیاف های مسلح FRP(کربنی،شیشه ای...) و...
با بکار بردن دیوار برشی یا بادبند تمرکز تنش در این نقاط ایجاد میشود و نقاط دیگر از تنش رهایی می یابند و قطعا المان های قبلی در این محل ها جوابگو نخواهند بود.
اگر امکان بکار بردن دیوار برشی یا بادبندی در داخل سازه(پلان) نباشد می توان از باکس های مخصوص در خارج پلان سازه استفاده نمود ولی باید اتصالات سازه ای مناسب در این نقاط را تامین نمود.

**روش های تقویت پی:**

الف)پی هایکه نیاز به تقویت ندارند ولی ستون مربوطه نیاز به تقویت دارد :
بوسیله چاله زنی و شستشوی آن با مته میلگرد های طولی ستون جدید در داخل پی جاگذاری میشود .هرچه طول چال بیشتر باشد مقاومت درگیری فولاد و بتن بیشتر میشود.
اگر در محاسبات نیاز به As برای ستون جدید باشد توصیه میشود این As جدید به صورت تعداد میلگرد بیشتر و قطر میلگرد های کمتر استفاده گردد تا مقاومت درگیری بیشتری ایجاد گردد.
در چال زنی سعی شود از سیستم پدستال استفاده شود و باید توجه داشت که اگر ارتفاع ستون کم باشد امکان اجرای پدستال نخواهد بود.

درسیستم پدستال بدلیل وارد کردن میلگرد بصورت خم در پی در نتیجه فاصله میلگرد های انتهایی تا مرکز ستون زیاد خواهد بود و مطابق رابطه زیر ظرفیت ستون برای تحمل خمش در پای ستون افزایش خواهد یافت : $M=F . d$ $F=fy . As$

درنتیجه در سیستم پدستال نیروی وارده به میلگرد کمتر و ضریب اطمینان بیشتر خواهد شد و مشکل برش پانچ نیز حل خواهد شد.

با شناژ بندی نیز سختی صفحه پی بیشتر خواهد شد.

ب)پی نیاز به تقویت دارد:

برای حل مشکل پی با خاکبرداری اطراف پی بجای خاک برداشت شده از مصالح پر کننده استفاده می نماییم.

مصالح پر کننده میتواند بتن مگر،مصالح سنگی ؛مصالح رودخانه ای با تراکم بالای 95% باشد.

برای کنترل پانچ هر دو پی قدیم و جدید معیا کنترل قرار میگیرد و برای ظرفیت باربری و فولادگذاری خمشی سطح جدید معیار کنترل میباشد.

**تقویت ستون ها**:

مشکلات ستون های سازه میتواند ناشی از خروج مرکزیت بوجود آمده از خطای اجرای ستون ها یا نا شاقولی بودن ستون در طبقه باشد که برای تقویت ستون ها از دو U تنگ در داخل ستون جدید استفاده میشود که در طبقات یکی در میان جهات قرارگیری آن تغییر می نماید.

قبل از افزایش مقطع ستون ها باید حتما گوشه های ستون را بشکنند وبا ماسه پاشی و شستشو با فشار آب سطح کاملا زبر و آماده اتصال با سطح بتن جدید شود.

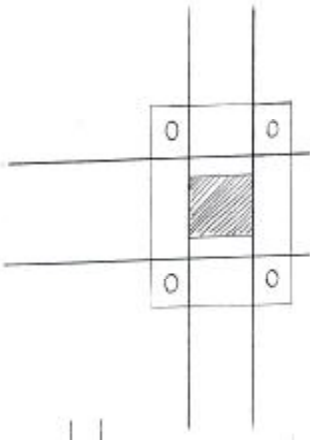
با افزایش مقطع ستون ها از مقطع قدیم میتوان برای مقاومت برشی و فشاری و از مقطع جدید مقاومت کششی ، برشی و فشاری کمک گرفت .

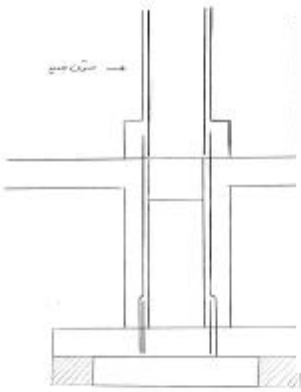
نحوه بتن ریزی در ستون جدید:

اسلامپ بتن جدید باید بین 1 تا 3 باشد و از مواد مضاف منبسط کننده و موادروان کننده میبایست در بتن استفاده شود.

قیف مناسب بتن ریزی در صورت امکان در راس ستون و در ستون های بین طبقات در حدود ¼ ارتفاع ستون باشد. و در حین بتن ریزی از شمعک گذاری برای تامین پایداری سقف استفاده شود.

بتن ریزی ستون یکبار از وسط ستون انجام میشود و سپس باقیمانده ستون بوسیله قیف در راس ستون بتن ریزی میشود.و برای عبور میلگرد های طولی ستون از کف مطابق شکل از پانچ های با قطر 4 اینچی که با مته مغزه گیری میشود استفاده میگردد.





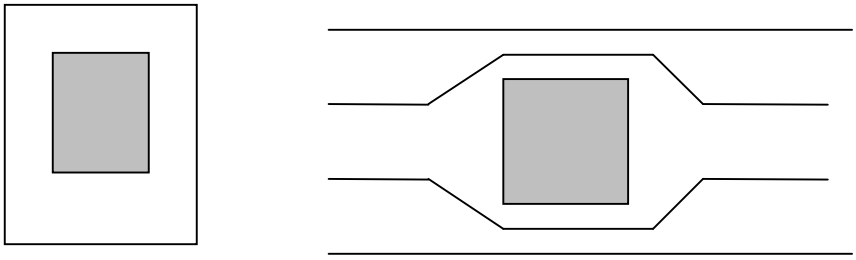
وصله ستون جدید بهتر است بجای قرار گرفتن در گره در ½ گره قرار گیرد.

اگر تعداد میلگرد ها زیاد باشد چون باید برای هر میلگرد پانچی با مته در نظر گیریم به مشکل اجرایی بر می خوریم که برای همین بهتر است از تعداد میلگرد کمتر با قطر بیشتر استفاده شود.

## تقویت تیر ها:

در تقویت تیر ها نیز برای تحمل برش در ستون جدید از دو خاموت U شکل وارونه استفاده میکنیم.

برای عبور میلگرد طولی جدید تیر از محلی که ستون قرار دارد از خم استاندارد به شکل زیر استفاده میشود.



برای فولاد عرضی تیر ها از میلگرد های با قطر زیاد d/4 با حداکثر فواصل آیین نامه استفاده میشود.
در هر چند سوراخ دو سوراخ مقابل بزرگتر پانچ میشوند تا بتن ریزی از این محل ها به درون تیر جدید صورت گیرد.
امکان قلاب کردن میلگرد وجود ندارد بنابر این از دو U وارونه به عنوان فولاد عرضی استفاده می شود.

مواد تزریق در کاشتن میلگرد ها در روش (نزدیک به سطحNSM) :

| | |
|---|---|
| -ماسه عبوری از الک نمره 4 | 50 گرم |
| - سیمان | 50 گرم |
| -آب + مواد روان کننده | 23 لیتر |
| -چسب کانتکس | 227 گرم |

و مواد افزودنی(منبسط کننده)

مراحل کاشتن میلگرد:

- چال زنی و تمییز کردن محل چاله و سطح بتن اطراف
- قرار دادن میلگرد + محصور کردن فضای تزریق و افزایش فشار تزریق + -ضربه و ارتعاش
-از سیمان زودگیر اسفاده میشود و دوره مراقبت را افزایش می دهیم .

# کاربرد کامپوزیت های پلیمری FRP در مقاوم سازی سازه های بتنی

انواع کامپوزیتهای پلیمریFRP متداول در مهندسی عمران:

-کامپوزیت پلیمری تقویت شده با الیاف کربن CFRP

-کامپوزیت پلیمری تقویت شده با الیاف شیشهGFRP

-کامپوزیت پلیمری تقویت شده با الیاف آرامیدKevlar

***محاسن کامپوزیت پلیمری FRP*** :

- وزن کم
- انعطاف پذیری بالا
- راحتی در جابه جایی
- سرعت عمل بالا
- برشکاری در قطعات دلخواه
- سادگی اجرا
- امکان تقویت به صورت خارجی

***معایب کامپوزیت پلیمریFRP***:

- آسیب پذیری در مقابل آتش سوزی
- کم تجربگی مشاوران و پیمانکاران

اتصال ورقهای فولادی با ستونها با EPOXY صورت می گیرد که از معایب این روش میتوان به هزینه بالا ، کاربری سخت ، خطر پوسیدگی در برابر رطوبت ، غیر انعطاف پذیر بودن ورقها ، تغییر در وزن المان و در نتیجه تغییر در فرکانس طبیعی سازه و... را نام برد .

**مراحل مقاوم سازی با کامپوزیت FRPدر سازه موجود** :

1) سطح المان را برای چسباندن کامپوزیت آماده میکنند. این مرحله شامل :

- تخریب قسمتهای آسیب دیده از حمله شیمیایی ( میلگرد و بتن )
- ایجاد لایه جدید جایگزین لایه تخریب شده
- پرکردن خلل و فرج سطحی المان به وسیله بتونه
- تسطیح سطح المان
- آغشته کردن سطح المان به پرایمرPrimer

## 2) اتصال کامپوزیت **FRP**:

سه روش برای چسباندن کامپوزیت به سطح المان متداول است .

- ***روش نصب دستی*** :

در این روش ، تولید و اتصال کامپوزیت به صورت همزمان صورت می گیرد . به این ترتیب که بعد از اتمام مرحله اول ، سطح المان با غلتک به ملات پلیمری آغشته می گردد . سپس الیاف خشک توسط غلتک روی المان قرار می گیرد .

در حالت معمول برای کاربری آسانتر، الیاف دارای پوشش هستند. بعد از قرار دادن الیاف در محل خود پوشش الیاف برداشته و لایه ( ملات پلیمری ) توسط غلتک الیاف را در بر می گیرد

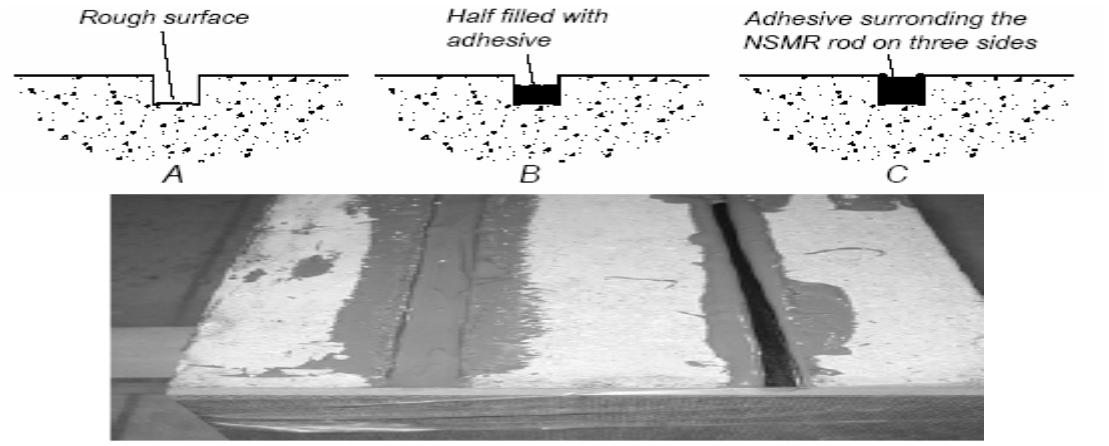
- ***روش نصب لایه لایه*** :

بعداز مرحله آماده سازی و تسطیح ناهمواریهای موجود توسط بتونه (بتونه یک رزین دارای ویسکوزیته بالا است ) ، لایه ملات پلیمری توسط غلتک روی سطح المان قرار می گیرد . سپس لایه کامپوزیت را به ملات پلیمری می چسبانند

- ***اتصال کامپوزیت FRP به روش NSMR*** :

روش کار این است که با برش سطح بتن بوسیله اره شیارهایی روی سطح المان ایجاد شود . بعدازتخلیه شیار از ذرات اضافی و گرد و غبار ، تا حدود نیمی از شیار میله کامپوزیت در شیار قرار می

گیرد و با اپوکسی شیار پر میشود.
در استفاده از این روش برای اتصال کامپوزیت باید پوشش بتن ضخیمی در المان وجود داشته باشد .




**3) مرحله تکمیلی و به عمل آوری** :

این مرحله شامل روشهایی برای محافظت کامپوزیت از آسیب های خارجی و همچنین توجه به مسائل زیبایی شناختی و معماری می باشد.

برای محافظت ملات پلیمری از تشعشع ماوراء بنفش باید سطح المان رنگ آمیزی شود . از نظر معماری نیز قطعه مقاوم سازی شده باید مثل بقیه سازه در محیط اطراف استتار شود .

**ارزیابی مقاوم سازی** :

جهت اطمینان از تماس صحیح ، بعداز اتصال کامپوزیت پلیمری می توان از روشهای عکس برداری ( ترمو گرافی ) ویا تقه زدن با یک سکه استفاده نمود . ( صدای بم نشان دهنده اتصال خوب است . )

اقدامات زیر در هنگام مقاوم سازی المان باعث رشد کیفیت عضو تقویت شده می گردد :

- جهت جلوگیری از تمرکز تنش ، گوشه ها باید گرد شود ( شعاع گرد شدگی باید 2 الی 2.5 سانتی متر باشد )
- در جاییکه طول الیاف به دلایلی کوتاه باشد ، حداقل طول همپوشانی الیاف باید 15 سانتی متر باشد .
- با سنگ فرز ، سمباده و.. باید محل اتصال کامپوزیت پلیمری کاملا" صاف و بدون پستی و بلندی باشد
- رطوبت نسبی سطح بتن در زمان بکارگیری پرایمر ، اپوکسی و رنگ آمیزی نباید بیشتر از 80 % باشد .
- دمای هوا در هنگام مقاوم سازی نباید کمتر از 10 درجه سیلسیوس باشد .

# تصاویری از مراحل مقاوم سازی ترمینال دولت ساری

افزایش مقطع ستون بتنی با افزودن
میلگرد های طولی به شکل زیر و
سپس شاتکریت ستون

محل قطع میلگرد ها دقت شود

مطابق توضیحاتی که گفته شد بوسیله پانچ سقف در محل های دیده شده میلگرد های طولی با خم از آن عبور داده میشوند و بخش انتهایی ستون جدید از طریق همین پانچ ها بتن ریزی میشود.

## اتصال دستک در زیر تیر و ستون طبقه برای افزایش مقاومت خمشی نزدیک تکیه گاه در تیر

برای اتصال دستک در تیر و ستون ابتدا محل های مورد نظر بتن ستون را با پانچ سوراخ نموده و بولت ها را کار میگذارند و با پیچ به PLate محکم مینمایند و مقطع فولادی را به آن جوش میدهد.

# ترمیم و مقاوم سازی مصلی شهر انزلی

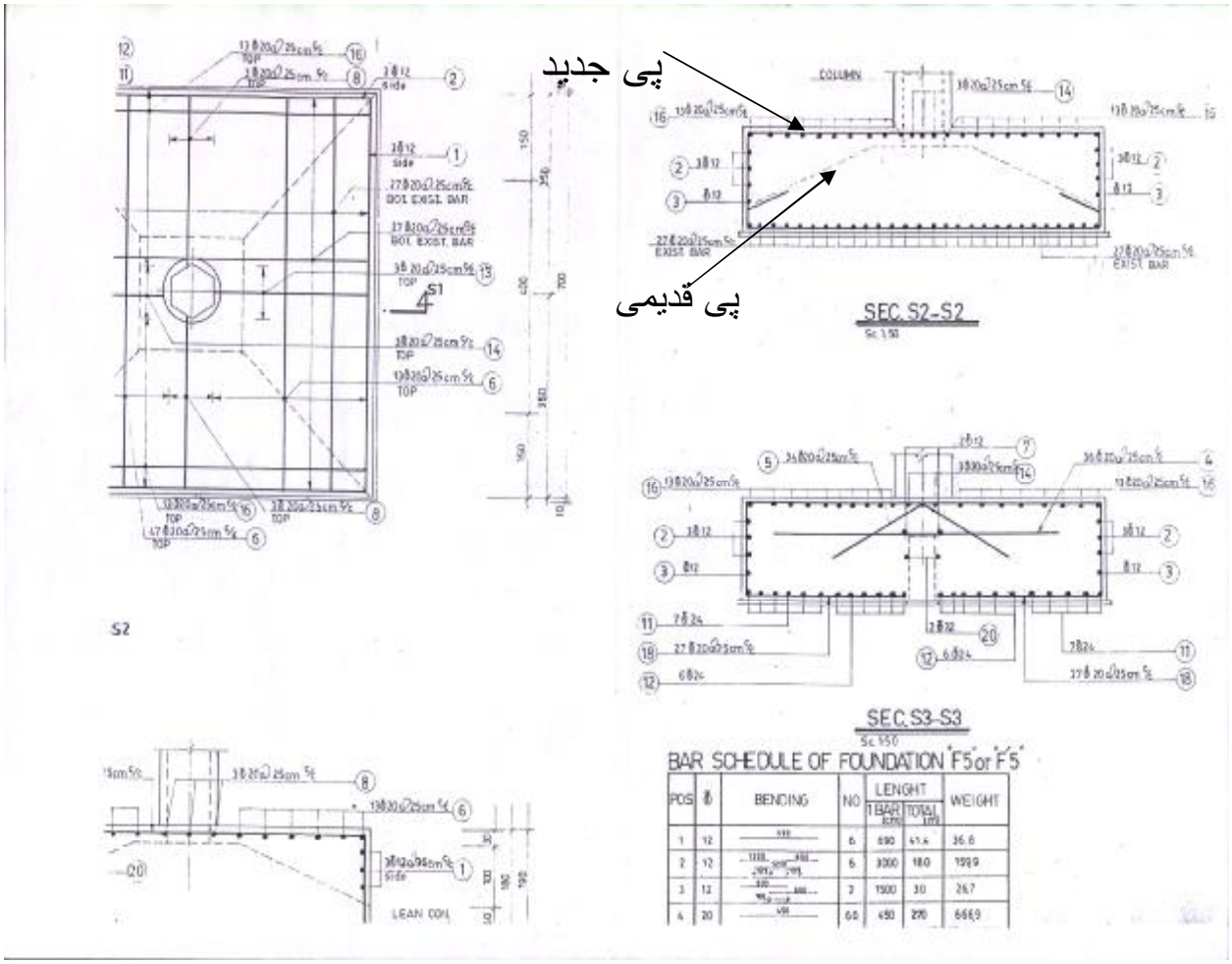
پروژه حاضر مربوط به ترمیم مصلی انزلی در اثر وقوع زلزله سال 1369 می باشد در هنگام وقوع زلزله بار دیوارها کامل نشده و سازه مورد بهره برداری قرار نگرفته بود. سازه در دو طبقه و پلان آن به صورت نعل اسبی می باشد. سیستم مهاربندی سازه ، قاب خمشی می باشد. سقف به صورت تیر و دال لانه زنبوری ، به دلیل وجود دهانه های بزرگ و نیاز به کاهش وزن دال برای بالا رفتن ضریب ایمنی اجرا شده است.

موارد مورد بررسی در ترمیم سازه به شرح زیر می باشد :

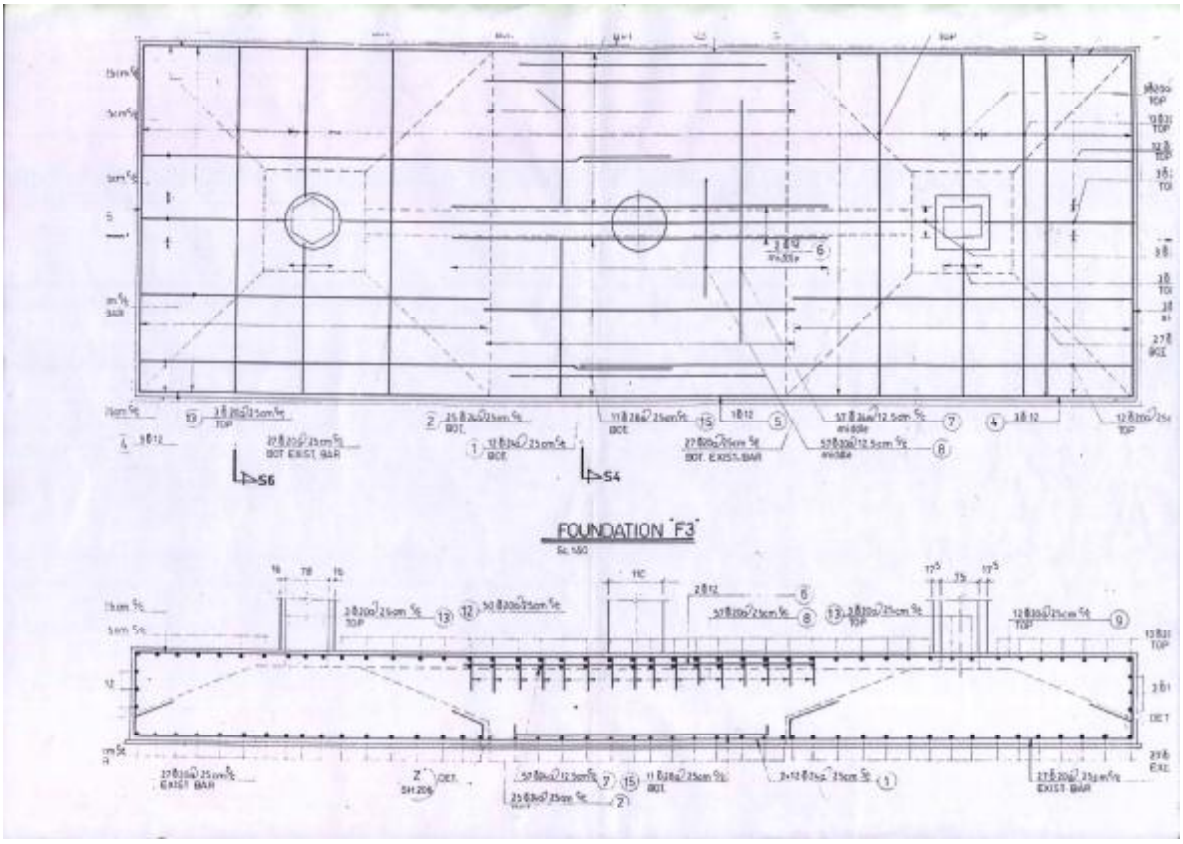
1. پیچش زیاد سازه به علت عدم تطابق مرکز سختی و مرکز جرم
2. عدم عملکرد مناسب درز انقطاع
3. نبودن ستون ها در یک امتداد و غیر شاغولی بودن آنها
4. وجود پانل های بزرگ و لزوم تقویت تیرها
5. عدم وجود ستون در محل تلاقی تیرها با توجه به طول زیاد تیرهای اصلی و عدم امکان قرار گرفتن تیر فرعی روی آن
6. نیاز به تقویت ستون های اطراف تیرها

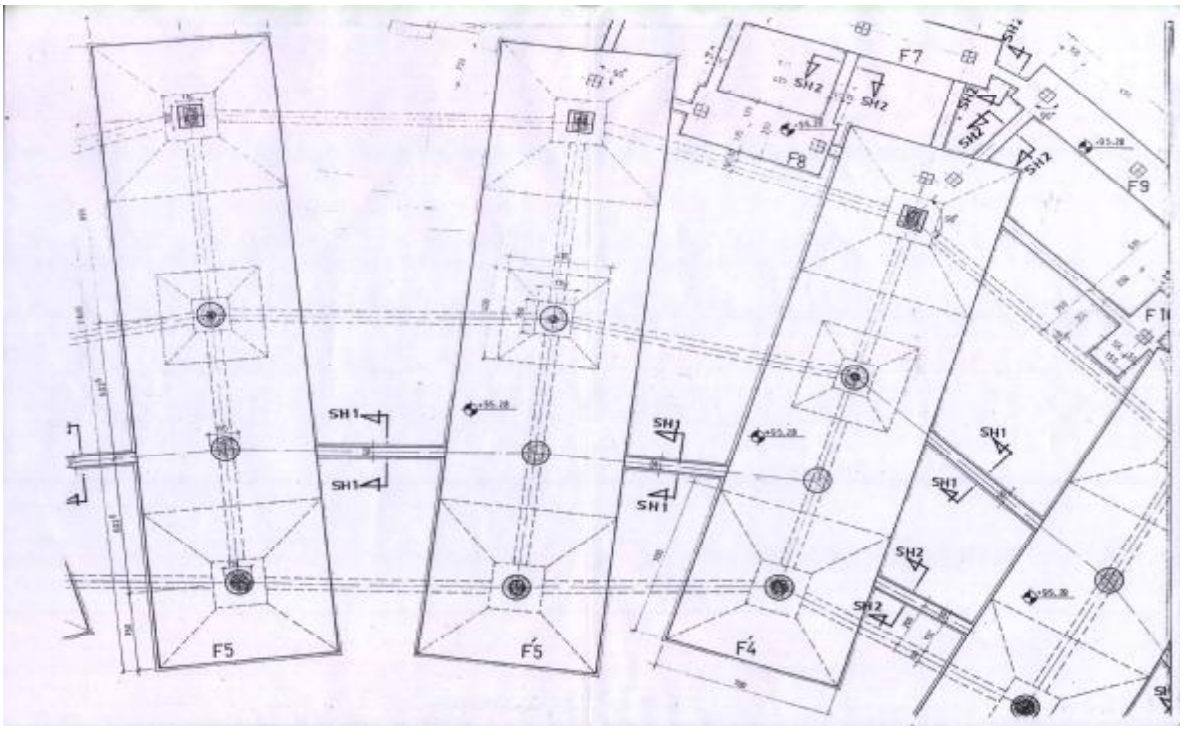
عملیات ترمیم پی :

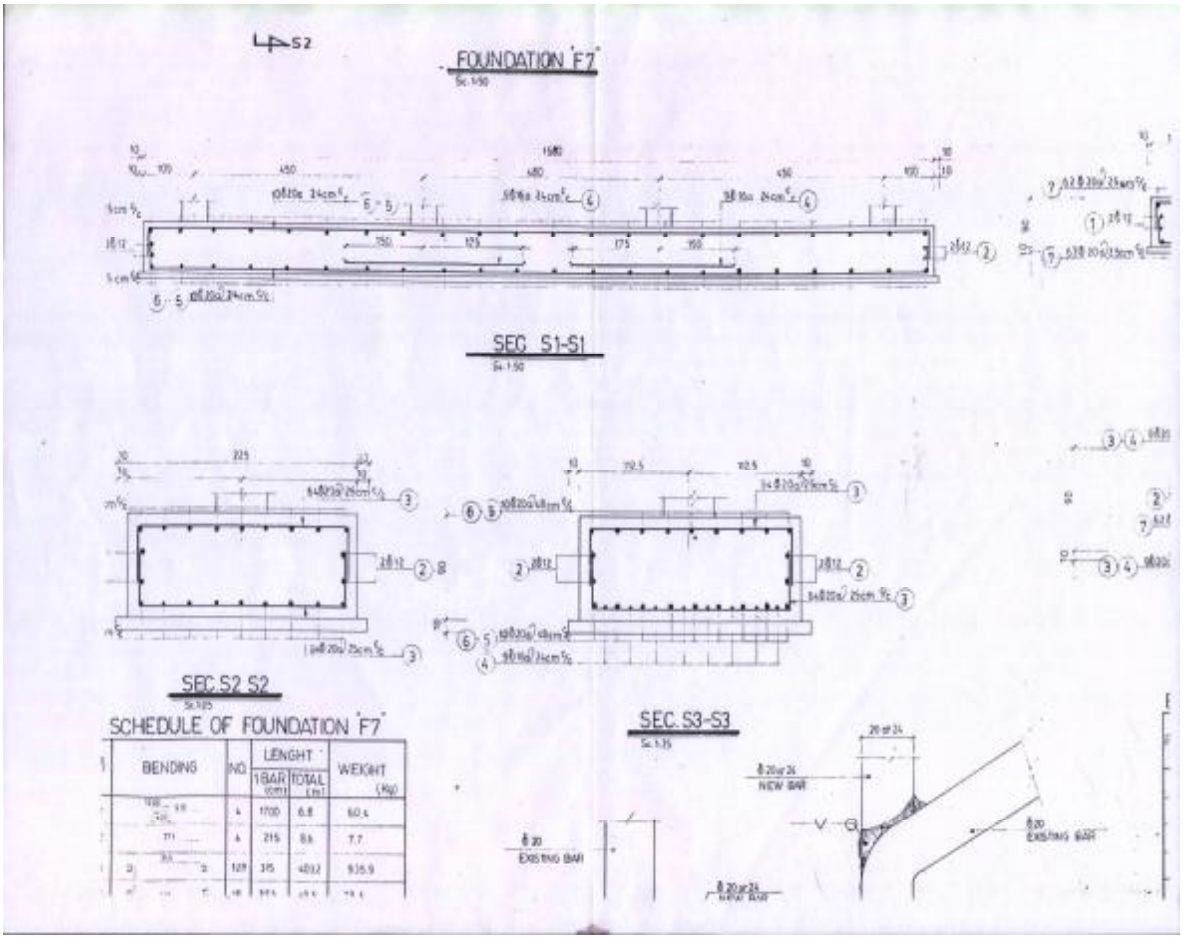
- با توجه به اینکه ستون های طبقه اول نیاز به تقویت داشتند پی جدیدی اجرا کرده و میلگردهای انتظار ستون تقویت شده را در آن مهار کردند. برای اجرای پی جدید ، اطراف پی اولیه خاکبرداری شده و با مصالح مرغوب ( مصالحی که مقاومت بیشتر از خاک داشته و خاصیت جمع شدگی نداشته باشند مثل بتن مگر و سنگ لاشه و ملات) پر شده سپس پی جدید با ابعاد بزرگتر و به صورت نواری بر روی پی اولیه اجرا شده . برای ستون های جدید که در طرح اولیه پیش بینی نشده بود پی جدید اجرا شد.
- پی اولیه سازه به صورت منفرد همراه با کلاف رابط اجرا شده بود




- با توجه به اینکه ستون های طبقه اول نیاز به تقویت داشتند پی جدیدی اجرا کرده و میلگردهای انتظار ستون تقویت شده را در آن مهار کردند. برای اجرای پی جدید ، اطراف پی اولیه خاکبرداری شده و با مصالح مرغوب ( مصالحی که مقاومت بیشتر از خاک داشته و خاصیت جمع شدگی نداشته باشند مثل بتن مگر و سنگ لاشه و ملات) پر شده سپس پی جدید با ابعاد بزرگتر و به صورت نواری بر روی پی اولیه اجرا شده . برای ستون های جدید که در طرح اولیه پیش بینی نشده بود پی جدید اجرا شد.

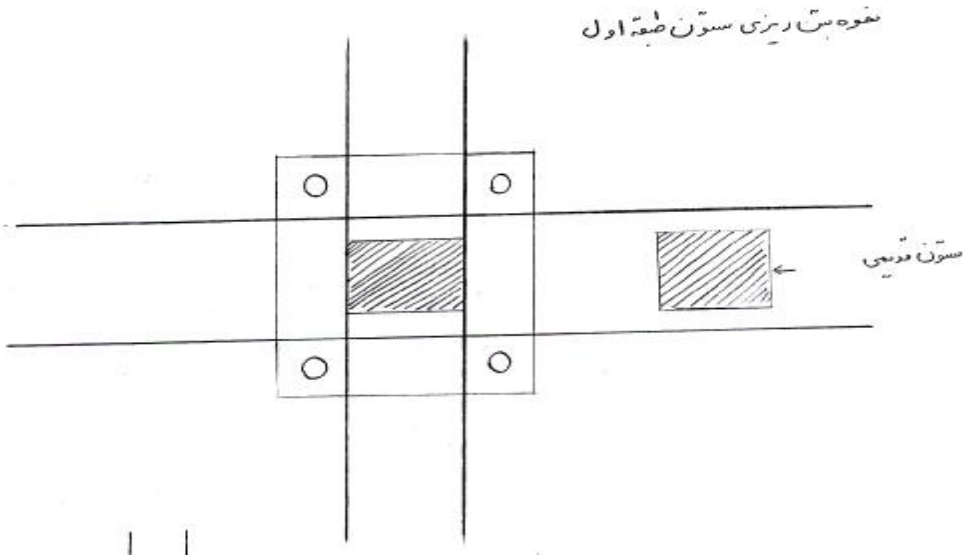

FOUNDATION 'F3'
S6
S4


F5
F5
F4
F7
F8
F9
SH1
SH2

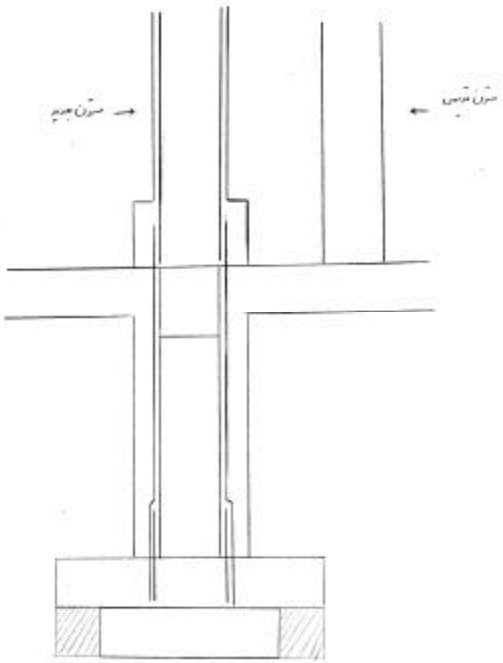



## ترمیم ستون ها :

- با توجه به باز تحلیل سازه ستون های طبقه اول نیاز به تقویت داشتند برای تقویت ، ابتدا کاور بتنی روی ستون را تخریب کرده و سطح حاصل با ماسه پاشی ، تمیز شده سپس عملیات میلگردگذاری با توجه به نقشه های اجرایی انجام شد. سپس عملیات قالب بندی با توجه به ابعاد مورد نیاز ستون انجام گرفت برای بتن ریزی ستون های طبقه اول، دال در چهار طرف ستون پانچ شده است باید دقت شود که این پانچ ها در محل تیرهای لانه زنبوری اجرا نشود و ابعاد مناسب پانچ با توجه به بتن ریزی و ویبره انتخاب می شود.



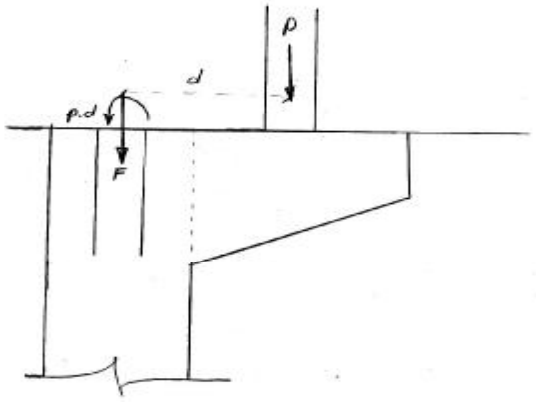

با توجه به عدم اجرای دال پیش بینی شده در سقف دوم توسط طراح اولیه، نیاز به تقویت ستون های طبقه دوم دیده نشد. پداستال مشاهده شده  برای گیردار کردن میلگردهای طولی موجود در ستون های طبقه اول می باشد.

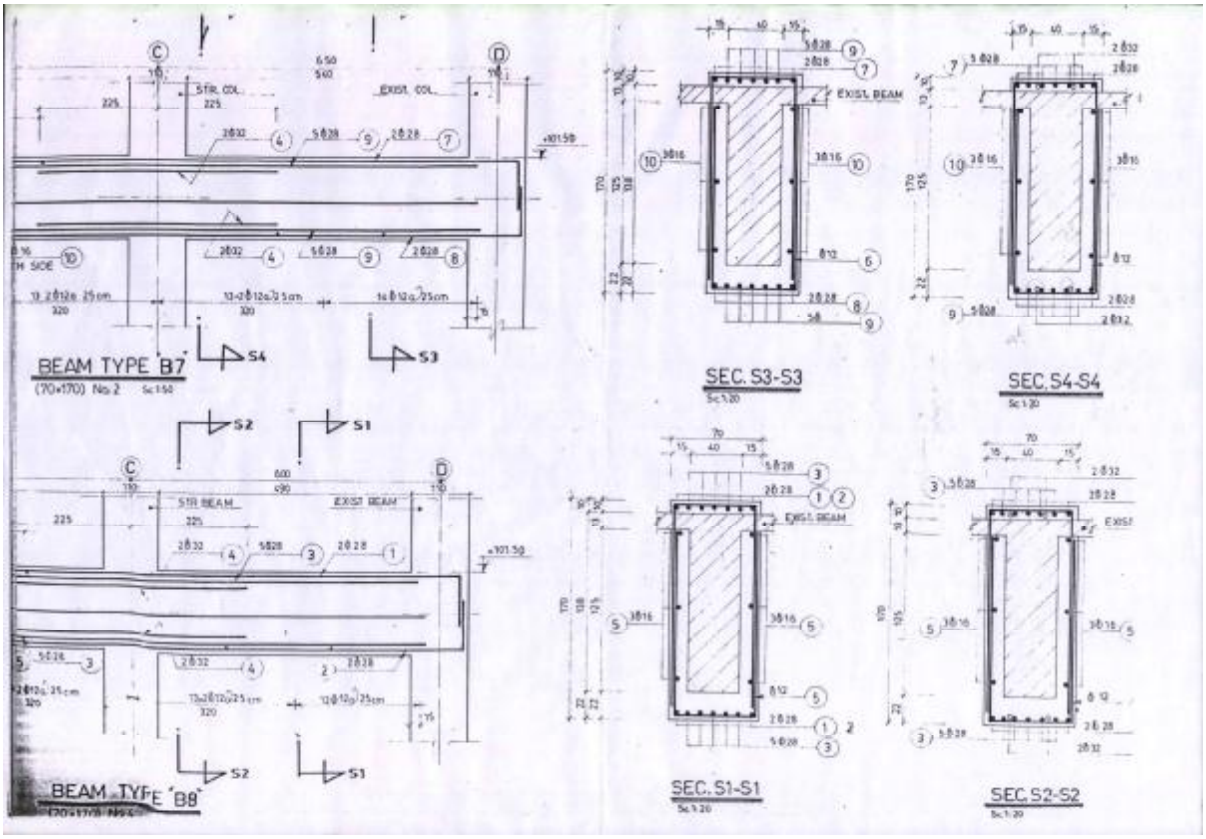


## تقویت تیرها :

- بعد از زلزله سال 1369 ترک هایی در تیرهای اصلی دیده شد که تمرکز بیشتر این ترکها در نزدیکی گره ها بود. بنابراین نیاز بود که تیرهای اصلی نیز تقویت شوندذبا توجه به اینکه در تیرهای فرعی آسیبی دیده نشده نیاز به تقویت آنها نبود. برای تیرهای اصلی ابتدا کاور بتنی تخریب شده و سطح آن با ماسه پاشی تمیز شد سپس دو ردیف میلگرد در بالا و پایین گذاشته و تعدادی میلگرد در پیشانی تیرها قرار گرفت که نقش باربر ندارند.
- به جای اجرای ستون می توانستیم ستون طبقه اول را برای تحمل ممان اضافی ناشی از هم محور نبودن تقویت کنیم.تیر موجود بین دو ستون نیاز به تقویت داشتند تا بتوانند ای ممان اضافه را انتقال دهند.

تقویت به صورت ماهیچه ای انجام شده است .





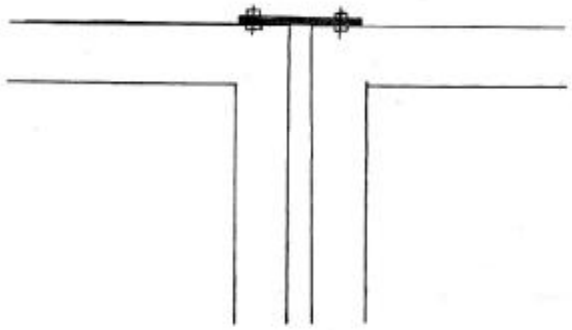

- با توجه به نقشه های موجود خاموت ها به صورت دو **U** برعکس اجرا شدند برای عبور خاموت ها دال را پانچ کردند بعد از کار گذاشتن میلگردها عملیات قالب بندی و بتن ریزی انجام شد. تیرهای جدید به صورت ماهیچه ای اجرا شدند چون با توجه به سیستم قاب خمشی ممان و برش در نزدیکی تکیه گاه بسیار زیاد می باشد.

## درز های انقطاع:

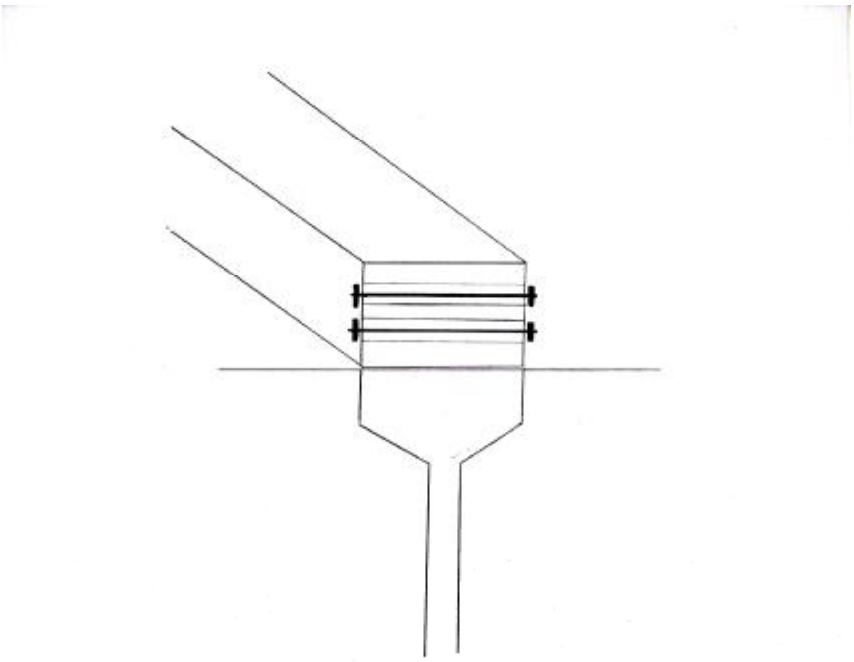
- درزهای انقطاع به درزهایی گفته میشود که ساختمان را به قطعات مناسب تقسیم مینمایدو یا برای جلوگیری و یا کاهش خسارات ناشی از ضربه به ساختمان های مجاور یکدیگر میباشد.
- در صورتی که نسبت طول به عرض سازه بیشتر از 3 بوده ویا ساختمان نا متقارن باشد وجود درز انقطاع ضروری است به طوری که هر قطعه ی ساختمان واجد شرایط مندرج در آیین نامه 2800 باشد.حداقل عرض درز انقطاع در هر طبقه برابر است با 0.01 ارتفاع آن تراز از تراز بالای پی .
- مطابق شکل برای سازه های مزبور هم در هنگام طراحی یک درز انقطاع در تیر به صورت پلکانی در نظر گرفته شداما در هنگام اجرای درز در دال سبب شد تا درز فقط در تیر اجرا

شد.عدم اجرای درز در دال سبب شد تا درز انقطاع نتواند عملکرد رفت و برگشتی خود را در هنگام زلزله داشته باشد.

- قابل ذکر است که پس از اجرای صحیح درز انقطاع(اجرای ستون در دو طرف و اجرای درز تیر و دال و کف سازی) می توان روی آن را با ورق آلومینیومی و توسط پرچ های کم مقاومت پوشاند.



- برای محکم کردن قالب بندی تیرها دو روش وجود دارد.یا می توان از دستک هایی مطابق شکل استفاده کرد.
- این روش نتیجه چندان رضایت بخشی نخواهد داشت یا میتوان به روش زیر عمل کرد:
- سوراخ هایی در قالب ایجاد شده و از آن لوله پولیکایی عبور داده و سپس میلگردهایی را از داخل لوله پولیکا عبور می دهیم.قبل از بتن ریزی پیچ ها را محکم کرده و بعد از بتن ریزی و گرفتن بتن پیچ ها را باز کرده و میلگرد را برای مصارف بعدی استفاده می کنند.



- شایان ذکر است برای جلوگیری از کمانش عرضی خرپا به عنوان یک جسم پیوسته باید مهارهائی مطابق شکل داشته باشد تا دچار تغییر شکل نشده و اعضای آن از هم دور و نزدیک نشوند که به این مهارها دیافراگم یا مهارهای عرضی گفته میشود .

# بررسی علل خرابی و نحوه ترمیم
# پل قدیمی غازیان انزلی

خرابی پل ها میتواند ناشی از خرابی مصالح،خرابی هیدرولوژی ، خرابی سازه ای و یا خرابی ژئوتکنیکی باشد.

یکی از خرابی های متداول در پل ها  خرابی ناشی از سولفات ها در پایه های پل میباشد که برای جلوگیری این خرابی راه های زیر استفاده میشود:

- استفاده از سیمان نوع 5
- کاهش نفوذپزیری بتن (کاهش نسبت آب به سیمان. بالا بردن میزان تراکم)
- عمل آوری بتن با بخار
- افزایش مقاومت بتن با مصرف پوزولان ها
- استفاده از بتن های پیش ساخته (بصورت خشک در مجاورت بتن)

برای جلوگیری از خرابی های هیدرولیکی در پل از پوشش و شیب ساحل ، اپی ها GROYNE ،خاکریز هاو دیوار های هادی  GUIDE BACK استفاده میشود.

برای مقابله با پدیده آب شستگی در پایه های پل از سازه های کمکی،مقاطع هیدرولیکی ،رادیه و برید کمک گرفته میشود.

خرابی های سازه ای میتواند ناشی از طراحی و محاسبات ،عدم کیفیت مصالح مصرفی ،بارگذاری بیش از حد طراحی ، ضعف های اجرایی ،تنش های بیش از حد و جابجایی های پی ها و پایه ها باشد.

پل غازیان دارا ی پنج دهنه می باشد که سه دهانه دارای ساختمان قوسی بتنی ، یک دهانه عرشه دال بتنی و یک دهانه عرشه فولادی  با قابلیت بازشو است.

خرابی ها عمدتا در دهانه های قوسی بوجود آمده و نشست و اعوجاج عرشه پل را در پی داشته است.

به علت بارگذاری سنگین و خارج از توان قوس ها ی بتنی و فاصله گرفتن انتهای قوس ها ستون های متصل کننده قوس به عرشه دچار برش شده اند و باعث ایجاد ترکهایی درمحل گره شده، که همین امر از ظرفیت بار بری پل کاسته است.

اتصال ستون به تیر قوسی و ستون ترمیم شده در محل اتصال واتصال تیر ورق به تیر

برای ترمیم این خرابی از یک قوس فلزی ساخته شده از تیر ورق و نیز از یک کابل پیش تنیده استفاده کرده اند.

برای مقابله با نیروی افقی تیر قوسی از کابل ها ی مهاری استفاده گردیده است.

تصویر زیر اتصال تیر ورق به کلاهک شمع را نشان می دهد

تصویر زیر نحوه عبور کابل را از پایه نشان می دهد.

**دمپر:**

دراثر اعمال بارهای دینامیکی تغییر مکان حاصله همراه با سرعت و شتاب خواهد بود. جهت مقابله با شتاب وارده نیرویی به عنوان نیروی لختی در اثر جرم آن و جهت مقابله با سرعت نیرویی به نام نیروی میرایی در اثر اصطکاک بین ذرات و لقی اتصالات و غیره به وجود می آید و باعث تلف شدن مقداری انرژی می شود به این پدیده در اصطلاح میرایی می گویند.

با تعبیه میراگر ( دمپر ) هایی اثر تخریب دینامیکی و انتقال جانبی سازه را به حداقل رسانده اند.

جانمایی نادرست تکیه گاه نئوپرن در پایه ها

مطابق ضوابط آیین نامه ها، محور نئوپرن‌هاي چهارضلعي به دليل جلوگيري از اعمال فشار غير يكنواخت خارج از محور بايد بر محور تير منطبق بوده و اضلاع آن به موازات اضلاع تير باشند. متاسفانه در شكل بالا مشاهده مي گردد كه هر دو مورد فوق در هنگام جانمايي نشيمن‌ها رعايت نشده و نئوپرن‌ها با خروج از مركزيت قابل توجه نصب شده‌اند. اين موضوع منجر به كاهش عمر مفيد بهره‌برداري از نئوپرن و ايجاد تنش‌هاي قابل توجه در انتهاي تير مي گردد.

**اجراي نامناسب درزهاي انبساط**

یکی از مساله سازترین قسمت‌های پل‌ها در زمان بهره‌برداری، درزهای انبساط پل می باشد. هر يك از ما روزانه چندين بار ضربه وارد بر اتومبيل خود را در هنگام عبور از همين درزها تجربه مي نماييم . در شكل بالا يك نمونه درز انبساط در حال اجرا نشان داده شده است. زمان اجراي درزهاي انبساط بطور معمول همزمان با بتن ريزي دال مي باشد، در اين هنگام با توجه به دقت كم لحاظ شده در اجراي درز انبساط و همچنين عدم وجود آسفالت پوششي، رويه درز و بتن اطراف آن داراي پستي بلندي هايي خواهد شد كه در هنگام اجراي آسفالت امكان اصلاح آن ها وجود نخواهد داشت. لذا توصيه مي گردد محدوده درز انبساط تا زمان اجراي آسفالت پل، بتن ريزي نشده و در هنگام اجراي آسفالت با تنظيم مناسب درز و آنگاه ريختن بتن مرحله دوم از هم تراز بودن سطح درز و آسفالت اطمينان حاصل گردد. به علاوه از اجراي درزهاي فولادي با پروفيل و ورق پوششي به دليل شكست جوش‌هاي اتصالي و ايجاد مشكلات فراوان احتراز شده و به جاي آن ها از درزهاي لاستيكي مسلح استفاده شود.

در برخي موارد مشاهده مي گردد كه پيمانكاران براي عمل آوردن بتن دال عرشه از پهن نمودن گوني و مرطوب كردن آن استفاده مي نمايند. در صورت وزش باد و با توجه به وجود منافذ باز در سطح گوني، در عمل رطوبت آب به سرعت تبخير شده و در نتيجه ترك هاي سطحي فراواني در سطح دال ايجاد مي گردند. شكل زير به وضوح اين مساله را نشان مي دهد. ترك‌هاي مذكور باعث نفوذ مواد خورنده به سطح آرماتورهاي دال با پوشش كم شده كه به دنبال آن خوردگي آرماتور، پكيدن بتن اطراف آن و كاهش عمر مفيد بهره‌برداري از پل به وقوع مي پيوندد. به عنوان يك راه حل پيمانكاران مي توانند بجاي گوني يا همراه آن از نايلون هاي پلاستيكي استفاده نمايند به طوري كه بخار آب در زير پلاستيك محبوس شده و باعث عمل‌آوري بتن دال عرشه گردد. به علاوه عمليات بتن‌ريزي زماني انجام شود كه سرعت باد كم بوده و تابش شديد خورشيد وجود ندارد.

وبلاگ تخصصی عمران سازه شامل مطالبی از :

-نکات تحلیل و طراحی سازه

-نمونه پروژه های طراحی و محاسبات و کار آموزی

-نکات اجرایی و مقاوم سازی سازه ها

-لینک دانلود نرم افزار های مهندسی

-و سایر نکات اجرایی تخصصی از مهندسی عمران سازه

**www.sazeh808.blogfa.com**

mojtaba808@yahoo.com